

【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル位相変調された受信信号を受けて遅延検波を行い、復調結果を出力する遅延検波回路において、前記受信信号から瞬時位相を検出する瞬時位相検出手段と、前記瞬時位相と1シンボル時間前の瞬時位相との位相差を検出する位相差検出手段と、前記位相差に基づいて前記受信信号の復調に必要な補正位相差を算出する補正位相差算出手段と、前記補正位相差に従って復調結果を出力する復調手段とを有することを特徴とする遅延検波回路。

【請求項2】 予め定められた既知シンボル列と、該既知シンボル列に続く未知の情報シンボル列とを含むデジタル位相変調された受信信号をバーストの形で受け、該受信信号を遅延検波して復調結果を出力する請求項1記載の遅延検波回路において、前記補正位相差算出手段は、前記既知シンボル列に従って送信シンボルを推定すると共に、該送信シンボルの推定シンボルが出力されるべき理想的な位相差と受信位相差とのずれから第1の位相補正量を推定する第1の位相補正量推定器と、前記既知シンボルの受信後、前記情報シンボル列受信の際、前記第1の位相補正量推定器で推定された第1の位相推定量と前記情報シンボル列を受け、前記第1の位相推定量と推定される情報シンボル列が出力されるべき理想的な位相と前記情報シンボル列との位相差とのずれを推定して、第2の位相補正量を推定する第2の位相補正量推定器とを含んでいることを特徴とする遅延検波回路。

【請求項3】 デジタル位相変調された受信信号から瞬時位相を検出する瞬時位相検出手段と、前記瞬時位相と1シンボル時間前の瞬時位相との位相差を検出する位相差検出手段と、複数の仮位相補正量を発生する仮位相補正量発生手段と、前記複数の仮位相補正量と前記受信信号とに基づいて前記位相差を複数出力し、仮補正する仮補正手段と、前記仮補正手段によって仮補正された複数の位相差からそれぞれ推定される複数の推定シンボルを出力する送信シンボル出力手段と、前記複数の推定シンボルがそれぞれ出力されるべき複数の理想的な位相差と前記複数の位相差とのずれからそれぞれ位相誤差を複数検出する位相誤差検出手段と、前記複数の位相誤差に対応する前記複数の仮位相補正量毎に累積値を複数算出する加算手段と、前記複数の累積値に基づいて前記複数の仮位相補正量の中から真の位相補正量を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする遅延検波回路。

【請求項4】 予め定められた既知シンボル列と、該既知シンボル列に続く未知の情報シンボル列とを含むデジタル位相変調された受信信号をバーストの形で受け、該受信信号を遅延検波して復調結果を出力する請求項3記載の遅延検波回路において、前記送信シンボル推定手段は、前記既知シンボル列に従って複数の送信シンボルを推定すると共に、前記仮位相補正量発生手段によって補正された前記複数の位相差から送信シンボルを複数毎に

推定することを特徴とする遅延検波回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、デジタル位相変調された搬送波PSK (Phase Shift Keying) 信号を復調するための遅延検波回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、狭帯域フィルタを用いた搬送波再生方式には、例えば特開昭61-117957号公報に開示されているように、同期検波により復調出力から検出した位相誤差に基づいて、再生搬送波の位相を位相差を用いて制御して周波数偏差による再生搬送波の位相誤差を補償する方式が知られている。この方式では、位相器を必要とする等、特に集積化による小型化が要求される移動通信にあっては、受信装置の小型化を図る上で不利である。

【0003】 一方、最近のデジタル位相変調された搬送波を復調する遅延検波方式は、この同期検波と比較してバーストフレーム効率が良く、レイリーフェージング（多数の多重波がランダムに干渉する場合における受信電力の確率分布がレイリー分布に近似される様態にあること）下での誤り率特性が良いこと等から移動通信に適した復調方式とされている。しかしながら、遅延検波方式には、送信周波数ドリフト等による周波数ずれがあると、誤り率の劣化が著しくなり易いという欠点がある。これは周波数ずれが通常受信位相差の位相回転として受信機側で検出されてしまうためである。

【0004】 そこで、周波数ずれを補正する遅延検波回路が提案されている。例えば、図3に示す遅延検波回路では、復調器8により推定される復調シンボル109の理想的な位相差107を変換器6で検出し、受信位相差105と理想的な位相差107との差を位相補正量推定器5により移動平均化することにより位相補正量106を推定し、加算器7によりこの位相補正量106に基づいて周波数ずれの周波数オフセットを補正して補正位相差108を得た後、この補正位相差108を復調器8に帰還している。

【0005】 しかしながら、この遅延検波回路の場合、周波数オフセットを受けた受信信号が雑音に対して誤り易くなっている点と、周波数オフセットによる位相回転が45度を超えると受信シンボルを正しく推定できず、瞬時周波数オフセット量を誤って検出してしまう点とに問題がある為、常時安定して正確に受信信号の補正を行うことができない。

【0006】 この問題を解決するために、周波数オフセットを補正する遅延検波回路も提案されている。この遅延検波回路は、例えば図4に示すように、復調シンボル109の中から検出器12により特定のパターンを検出した時点で、この特定パターンの理想的な位相差107を出力する一方、位相補正量推定器5にてこの理想的な

位相差107と遅延器11で特定パターン数だけ遅延させた受信位相差105aとの差を平均することによって位相補正量106を推定し、加算器7によりこの位相補正量106に基づいて周波数オフセットを補正して補正位相差108を得た後、この補正位相差108を復調器8に帰還している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一般に、受信装置においては、非同期的にバースト信号が受信される際には、情報として意味のある情報信号が送出される前に、プリアンブル等の既知のシンボルが既知の特定パターンの形で情報信号に先立って比較的長時間に及んで送出される。一方、同期状態になるとバーストフレーム効率を高くするため、既知シンボルの送出は比較的短時間になる。

【0008】ところで、図4に示した遅延検波回路を用いてバースト信号を受信する場合、既知の特定パターンが認識できなければ周波数オフセットを補正できないという欠点がある。例えば、誤り率が高い状況で非同期的にバースト信号を受信しなければならない時には、周波数オフセットによって誤り率が一層劣化してしまうこともあり、こうした場合には最初の特定パターンの検出が困難となって補正に長時間を要することがある。

【0009】又、この遅延検波回路の場合、同期状態でも特定パターンの送出が短くなると、検出される瞬時位相補正量を十分に平均化できずに正しい補正量を検出できないことがある。このことは、従来の遅延検波回路では高速に十分な位相補正を行うことができないことを意味している。更に、この遅延検波回路では周波数オフセットしているときの受信の誤り率を十分には改善できないという欠点がある。

【0010】本発明は、かかる問題点を解決すべくなされたもので、その技術的課題は、位相補正を高速且つ安定して精度良く行い得ると共に、誤り率の優れた遅延検波回路を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、デジタル位相変調された受信信号を受けて遅延検波を行い、復調結果を出力する遅延検波回路において、受信信号から瞬時位相を検出する瞬時位相検出手段と、瞬時位相と1シンボル時間前の瞬時位相との位相差を検出する位相差検出手段と、位相差に基づいて受信信号の復調に必要な補正位相差を算出する補正位相差算出手段と、補正位相差に従って復調結果を出力する復調手段とを有する遅延検波回路が得られる。

【0012】又、本発明によれば、予め定められた既知シンボル列と、該既知シンボル列に続く未知の情報シンボル列とを含むデジタル位相変調された受信信号をバーストの形で受け、該受信信号を遅延検波して復調結果を出力する上記遅延検波回路において、補正位相差算出手

段は、既知シンボル列に従って送信シンボルを推定すると共に、該送信シンボルの推定シンボルが出力されるべき理想的な位相差と受信位相差とのずれから第1の位相補正量を推定する第1の位相補正量推定器と、既知シンボルの受信後、情報シンボル列受信の際、第1の位相補正量推定器で推定された第1の位相推定量と情報シンボル列とを受け、第1の位相推定量と推定される情報シンボル列が出力されるべき理想的な位相と情報シンボル列との位相差とのずれを推定して、第2の位相補正量を推定する第2の位相補正量推定器とを含んだ遅延検波回路が得られる。

【0013】一方、本発明によれば、デジタル位相変調された受信信号から瞬時位相を検出する瞬時位相検出手段と、瞬時位相と1シンボル時間前の瞬時位相との位相差を検出する位相差検出手段と、複数の仮位相補正量を発生する仮位相補正量発生手段と、複数の仮位相補正量と受信信号とに基づいて位相差を複数出力し、仮補正する仮補正手段と、仮補正手段によって仮補正された複数の位相差からそれぞれ推定される複数の推定シンボルを出力する送信シンボル出力手段と、複数の推定シンボルがそれぞれ出力されるべき複数の理想的な位相差と複数の位相差とのずれからそれぞれ位相誤差を複数検出する位相誤差検出手段と、複数の位相誤差に対応する複数の仮位相補正量毎に累積値を複数算出する加算手段と、複数の累積値に基づいて複数の仮位相補正量の中から真の位相補正量を判定する判定手段とを備えた遅延検波回路が得られる。

【0014】加えて、本発明によれば、予め定められた既知シンボル列と、該既知シンボル列に続く未知の情報シンボル列とを含むデジタル位相変調された受信信号をバーストの形で受け、該受信信号を遅延検波して復調結果を出力する上記遅延検波回路において、既知シンボル列に従って複数の送信シンボルを推定すると共に、仮位相補正量発生手段によって補正された複数の位相差から送信シンボルを複数毎に推定する遅延検波回路が得られる。

【0015】

【作用】本発明に係る遅延検波回路では、バースト信号を受信する場合に位相補正量を推定する位相補正量推定器を用いて、非同期時に、プリアンブル信号等の十分な長さの既知シンボルが送信されていることが予め分かっているときに、既知シンボル列から送信シンボルを推定している。これにより、復調シンボル間の距離を広くし、周波数オフセット及び雑音等による復調シンボルの推定誤りが起きる可能性を小とした上で、短時間で補正量を推定可能にしている。又、位相補正量推定器は、同期状態に入った後は、特定シンボル列の受信を前提とせず、受信した位相差から送信シンボルを推定すると共に、この推定シンボルが出力されるべき理想的な位相差と受信した位相差とのずれを十分に平均化して正しい位

相補正量を推定した後、位相補正量の更新を行って補正位相差を得ている。この結果、遅延検波回路は受信に際しての誤り率を迅速に改善できる。

【0016】

【実施例】以下に実施例を挙げ、本発明の遅延検波回路について、図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の一実施例である遅延検波回路をブロック図により示したものである。

【0017】この遅延検波回路は、デジタル位相変調された受信信号101の搬送波帯域を制限してリミット出力信号102を出力するリミッタ1と、リミット出力信号102からシンボルタイミングにおける瞬時位相を計測して瞬時位相信号103を出力する瞬時位相計測器2と、瞬時位相信号103を1シンボル時間遅延させ、1シンボル遅延瞬時位相差信号104を出力する遅延素子3と、瞬時位相信号103と1シンボル遅延瞬時位相差信号104とにおける1シンボル時間での受信位相差を求め、受信位相差信号105を出力する減算器4とを備えている。

【0018】ここで、瞬時位相計測器2は受信信号101から瞬時位相を検出する瞬時位相検出手段として機能し、減算器4は瞬時位相と1シンボル時間前の瞬時位相との位相差を検出する位相差検出手段として機能する。

【0019】又、遅延検波回路は、後述する変換器6により出力される復調シンボル信号109の理想的な位相差信号107と上述した受信位相差信号105とを用いて瞬時位相補正量を推定し、且つ平均化することにより位相補正量信号106aを推定出力する位相補正量推定器5aと、受信位相差信号105と位相補正量信号106aとを加算して暫定補正位相差信号108aを出力する加算器7aと、変換器6により出力される復調シンボル信号109の理想的な位相差信号107と暫定補正位相差信号108aとを用いて瞬時位相補正量を推定し、且つ平均化することにより位相補正量信号106bを推定出力する位相補正量推定器5bと、暫定補正位相差信号108aと位相補正量信号106bとを加算して補正位相差信号108を出力する加算器7bとを備えている。

【0020】ここで、位相補正量推定器5aと位相補正量推定器5bとは、それぞれ位相差の位相補正量を推定する第1の位相補正量推定手段、第2の位相補正量推定手段として機能し、加算器7bは位相補正量を用いて位相差を補正をした補正位相差を出力する補正位相差出力手段として機能する。

【0021】更に、遅延検波回路は、補正位相差信号108を入力し、最初は既知シンボル列中の各シンボルの理想的な位相差の中から補正位相差信号108に最も近い位相差を検出することにより復調シンボル信号109を推定出力し、その後は全ての送信シンボルの理想的な位相差の中から補正位相差信号108に最も近い位相差

を検出することにより復調シンボル信号109を推定出力する復調器8とを備えている。復調シンボル信号109は、変換器6により理想的な位相差信号107に変換され、位相補正量推定器5a及び位相補正量推定器5bに与えられている。

【0022】次に、このような構成の遅延検波回路による受信動作を説明する。この遅延検波回路では、初期状態において受信信号101がリミッタ1を通して瞬時位相計測器2に入力されると、瞬時位相計測器2によってリミッタ1から出力されたリミット出力信号102からシンボルタイミングにおける瞬時位相を計測して瞬時位相信号103として出力する。この瞬時位相信号103は、遅延素子3により1シンボル時間遅延されて1シンボル遅延瞬時位相差信号104として遅延素子3から減算器4へ与えられる。減算器4は、瞬時位相信号103及び1シンボル遅延瞬時位相差信号104から1シンボル時間での受信位相差を求めて受信位相差信号105を出力する。尚、この初期状態において、位相補正量推定器5aの出力である位相補正量信号106aと位相補正量推定器5bの出力である位相補正量信号106bとは共に零にリセットされており、補正位相差信号108は受信位相差信号105と等しくなっている。

【0023】このような初期状態で、予め定められた既知シンボル列に続く未知の情報シンボル列を含むデジタル位相変調された受信信号をバーストの形で受信する場合を想定する。

【0024】このとき、位相補正量推定器5aは、変換器6により出力される復調シンボル信号109に対する理想的な位相差信号107と上述した受信位相差105とを用いて瞬時位相補正量を推定し、平均化することにより位相補正量信号106aを推定出力する。この場合、位相補正量信号106aによって表される位相補正量は送信シンボルが既知パターンであるから、短時間で高い信頼性をもって推定できる。このように、既知シンボル列に従って送信シンボルを推定し、位相補正量を求める。

【0025】例えば、デジタルコードレス電話の同期バーストにおけるプリアンブルをこの既知シンボルとすると、この既知シンボル間の最小符号間距離が全送信シンボルによる場合と比較して2倍となるため、復調シンボル信号109が誤りである確率は極めて低くなる。これにより、平均化する瞬時位相補正量が少ない個数で済むようになるので、位相補正量信号106aの位相推定量は短時間で高い信頼性をもって推定できる。

【0026】次に、同期状態の通常バースト送信になった場合等、十分な長さの既知シンボルを含む送信バーストが終了した状態では、既に位相補正量信号106aを出力するための推定は終了しており、加算器7aより受信位相差信号105を位相補正量信号106aに従って補正して算出された暫定補正位相差信号108aが出力

されている。この時点では位相補正量推定器5aにおける位相補正量信号106bは零にリセットされたままであるから、補正位相差信号108と暫定補正位相差信号108aとは等しくなっている。

【0027】この状態では、復調器8は全ての送信シンボルの理想的な位相差の中から補正位相差信号108に最も近い位相差を検出することにより復調シンボル信号109を推定出力する。

【0028】一方、位相補正量推定器5bは、変換器6により出力される復調シンボル信号109の理想的な位相差信号107と暫定補正位相差信号108aとに基づいて瞬時位相補正量を推定し、平均化することにより位相補正量信号106bを推定出力する。

【0029】このように、位相補正量推定器5bは、送信シンボルが未知であって且つ予想できないときに、予め位相補正量推定器5aで推定した送信シンボルを用いて位相差を補正したものと、この位相差を補正したことから推定される受信シンボルが出力されるべき理想的な位相差とのずれから位相補正量を推定する。

【0030】ここでは、送信周波数ドリフトの速さが送信バーストの周期に対して十分遅いと仮定されると共に、連続する送信バースト間の周波数オフセット量は同一であると仮定されているので、暫定補正位相差信号108aはこの時点での周波数オフセットを正しく補正している。それ故、復調シンボル信号109の推定は誤り難いものになっている。これにより、位相補正量信号106bの信頼性が高くなり、周波数ドリフトによりこれ以降の送信バースト毎に僅かずつ変化する周波数オフセット量を正しく補正し続けることが可能になる。

【0031】以上述べた通り、位相補正量推定器5aと位相補正量推定器5bとを使用することにより、復調器8において周波数オフセットの影響が取り除かれた補正位相差信号108を用いて誤り率の優れた復調シンボル信号109を推定出力することができる。

【0032】図2は、本発明の他の実施例に係る遅延検波回路を示したものである。この遅延検波回路は、受信位相差信号105を得るまでの回路は先の実施例のものと同様に構成される。即ち、図2に示された遅延検波回路もリミッタ1、瞬時位相計測器2、遅延素子3、及び減算器4を備えているが、この回路部の説明は省略する。

【0033】この遅延検波回路は、更に複数の仮位相補正量信号1131~113nを発生する仮位相補正量発生器9と、複数の仮位相補正量信号1131~113nと受信位相差信号105とに基づいてそれぞれ複数の仮補正位相差信号1101~110nを出力する加算器70と、複数の仮補正位相差信号1101~110nを入力して複数の仮復調シンボル信号1111~111nを推定出力する復調器80とを備えている。

【0034】ここで、仮位相補正量発生器9は複数の仮

位相補正量を発生する仮位相補正量発生手段として機能し、加算器70は複数の仮位相補正量と受信信号とに基づいて位相差を仮補正する仮補正手段として機能する。又、復調器80は仮補正された複数の位相差からそれぞれ推定される複数の送信シンボルを出力する送信シンボル出力手段として機能する。

【0035】加えて、この遅延検波回路は、複数の仮補正位相差信号1101~110nを入力して複数の理想的な位相差1141~114nを出力する変換器60

と、複数の仮復調シンボル信号1111~111nと複数の理想的な位相差1141~114nとに基づいてそれぞれ複数の平均位相誤差信号1121~112nを出力する位相誤差検出器130と、複数の仮復調シンボル信号1111~111nと複数の平均位相誤差信号1121~112nとに基づいてそれぞれ平均位相誤差1121~112nの中の最小のものに対応する仮復調シンボルを仮復調シンボル信号1111~111nの中から選択判定し、復調シンボル信号109として出力する判定器100とを備えている。

【0036】ここで、位相誤差検出器130は、複数の理想的な位相差及び複数の仮復調シンボルから、位相誤差を算出する位相誤差検出手段として機能する。このため、位相誤差検出器130は、複数の位相誤差に対応する複数の仮位相補正量毎の累積値をそれぞれ加算する加算手段としても機能する。又、判定器100はこれら複数の累積値に基づいて複数の仮位相補正量の中から真の位相補正量を判定する判定手段として機能する。

【0037】次に、この遅延検波回路による受信動作を説明する。この遅延検波回路では、先ず受信位相差信号105と仮位相補正量発生器9で仮定された仮位相補正量信号1131~113nとが加算器70に入力される。加算器70は、両信号を各加算素子で加算し、仮補正位相差信号1101~110nを出力する。復調器8は、入力された仮位相補正量信号1101~110nに基づいて、最も近い仮復調シンボル信号1111~111nをそれぞれ推定出力する。

【0038】一方、変換器60は仮補正位相差信号1101~110nに基づいて仮復調シンボル信号1111~111nに対応する理想的な位相差信号1141~114nを出力する。位相誤差検出器130は仮復調シンボル信号1111~111nと理想的な位相差信号1141~114nとに基づいて仮位相補正量信号1131~113nに対応する瞬時位相誤差を累積し、平均化した平均位相誤差信号1121~112nを出力する。判定器100は位相誤差検出器130により求められた平均位相誤差信号1121~112nの中の最小のものに対応する仮復調シンボルを仮復調シンボル信号1111~111nの中から選択判定することにより復調シンボル信号109を出力する。

【0039】この実施例の場合、仮位相補正量発生器9

たブロック図である。

【００４０】又、この実施例の場合も先の実施例と同様に、復調器８０にて予め定められた既知シンボル列に続く未知の情報シンボル列を含むデジタル位相変調された受信信号をバーストの形で受信する場合、仮復調シンボル信号１１１１～１１１ｎを推定出力し、加算器７０により補正された複数の仮位相補正量から送信シンボルを推定出力するようにしても良い。

【 0 0 4 1 】

【符号の説明】

【発明の効果】本発明の遅延検波回路によれば、非同期的な同期バースト受信時の如く、プリアンプル信号等の十分な長さの既知シンボルが送信されていることが予め分かっているようなときには、既知シンボル列により受信を行うことを前提として送信シンボルを推定しているので、周波数オフセット及び雑音等による復調シンボルの推定に誤りが起きる可能性が低くなる上、短時間で補正量の推定を行い得るようになる。又、本発明の遅延検波回路は、同期状態での通常バースト受信時のように送信シンボル列が未知であって且つ予想できないときは、特定の送信シンボルを受信することを前提とせず、受信した位相差から送信シンボルを推定し、この推定シンボルが出力されるべき理想的な位相差と受信位相差とのずれを十分に平均化することにより正しい位相補正量を推定し続けることが可能となるため、高速に十分な位相補正を行うことができる。これにより、周波数オフセット時の受信の誤り率を十分に改善できるようになる。

1 リミッタ

2 瞬時位相計測器

3 澤延素子

4 減算器

5, 5 a, 5 b 位相補正量推定器

6. 60 變換器

7, 7 a, 7 b, 7 0 加算器

8, 80 復調器

9 仮位相補正量発生器

1.1 遲延器

1 2 検出器

100 判定器

101 受信信号

102 リミット出力信号

103 瞬時位相差信号

104 1 シンボル遅延瞬時位相差信号

105, 105a 受信位相差信号

106, 106a, 106b 位相補正量信号

107 理想的な位相差信号

108 補正位相差信号

108 a 暫定補正位相差信号

109 復調シンボル信号

130 位相誤差検出器

1 1 0 1 ~ 1 1 0 n 仮補正位相差信号

1 1 1 1 ~ 1 1 1 n 仮復調シンボル信号

1 1 2 1 ~ 1 1 2 n 平均位相誤差信号

1 1 3 1 ~ 1 1 3 n 仮位相補正量信号

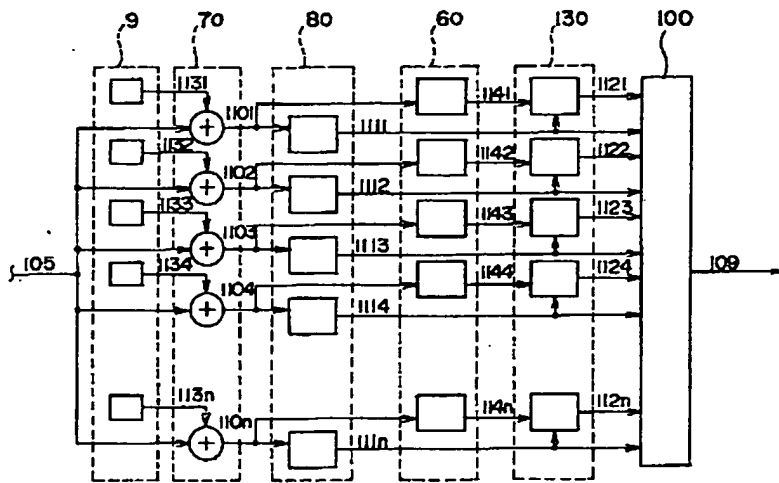
1 1 4 1 ~ 1 1 4 n 理想的な位相差信号

【図面の簡単な説明】

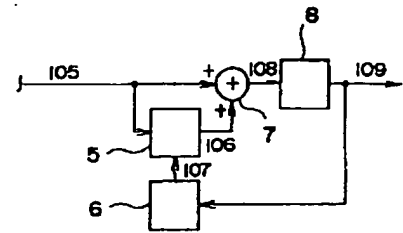
【図１】本発明の一実施例に係る遅延検波回路を示したブロック図である。

【図 2】本発明の他の実施例に係る遅延検波回路を示し

【図2】



【図3】



【図4】

